Численное моделирование электромагнитной эмиссии в тонкой пучково-плазменной системе

В.В. Анненков1, Е.П. Волчок1,2, И.В. Тимофеев1,2

1Институт ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН, г. Новосибирск, Россия
2Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Россия,
 annenkov.phys@gmail.com

Проблема генерации электромагнитного излучения при взаимодействии электронного пучка с плазмой является ключевой в целом ряде физических систем, таких как гамма-вспышки, солнечные радиовсплески, открытые ловушки с турбулентным нагревом плазмы и др. Сложность теоретического и численного исследования процессов такого рода связана с их существенной нелинейностью и необходимостью адекватного учёта релятивистских и кинетических эффектов.

На установке ГОЛ-3 в Институте ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН накоплен значительный экспериментальный опыт по взаимодействию замагниченной плазмы с электронными пучками различной мощности и длительности. Полученные данные охватывают как режимы, при которых в плазму инжектируются релятивистские пучки гигаватного уровня мощности, так и режимы с гораздо менее мощными нерелятивистскими пучками. Если первые интересны с точки зрения генерации субтерагерцового и терагерцового излучения большой мощности, то вторые имеют важное значение для исследования реакторных перспектив открытых ловушек. Однако интерпретация данных радиометрических диагностик этих экспериментов требует достаточного понимания механизмов генерации электромагнитного излучения в такого рода процессах.

Цель данной работы заключается в исследовании основных характеристик электромагнитного излучения, генерируемого в процессе инжекции релятивистского электронного пучка в тонкую замагниченную плазму, поперечные размеры которой сопоставимы с длиной волны излучения. Особенность тонкой пучково-плазменной системы состоит в том, что при наличии продольной модуляции плотности плазмы такая система может излучать ЭМ волны по механизму плазменной антенны. С помощью 2D3V численного моделирования методом частиц в ячейках рассмотрены две постановки задачи: (1) плотность тонкого плазменного слоя предварительно модулируется с периодом, равным длине наиболее неустойчивой пучковой волны, и (2) продольная модуляция плотности самосогласованно нарастает в процессе пучково-плазменного взаимодействия. В первом случае исследуется максимально достижимая мощность излучения и проводится сравнение с предложенной недавно теоретической моделью плазменной антенны [1], а во втором случае оценивается роль антенного механизма электромагнитной эмиссии в турбулентном режиме, характерном для пучково-плазменных экспериментов в открытой ловушке ГОЛ-3.

Работа поддержана грантом РФФИ №15-32-20432 мол\_а\_вед.

Литература

1. [1] I.V. Timofeev, V.V.Annenkov, A.V.Arzhannikov, “Regimes of enhanced electromagnetic emission in beam-plasma interactions”, to appear in Phys. Plasmas (2015).